



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR

“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*)
POR HARINA DE SEMILLA DE CHIA (*Salvia hispánica*) EN LA TEXTURA, COLOR, Y
COMPOSICIÓN PROXIMAL EN GALLETAS DULCES.”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR

AUTOR:

RICARDO JUNIOR CASTAÑEDA BABILONIA

ASESOR(A):

Ing. SANDRA PAGADOR FLORES

LINEA DE INVESTIGACIÓN

PROCESOS AGROINDUSTRIALES

TRUJILLO – PERÚ

2018

PAGINAS DEL JURADO

El presidente y los miembros del Jurado Evaluador designado por la escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior.

La tesis denominada:

“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE SEMILLA DE CHIA (*Salvia hispánica*) EN LA TEXTURA, COLOR Y COMPOSICIÓN PROXIMAL EN GALLETAS DULCES.”

Presentado por:

.....
Ricardo Junior Castañeda Babilonia

Aprobado por:

.....
Ing. Luis Alfonso Lescano San Martín
Presidente

.....
Ing. Leslie Cristina Lescano Bocanegra
Secretario

.....
Ing. Sandra Pagador Flores
Vocal

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por guiarme y fortalecerme espiritualmente para empezar este trabajo.

Mostrar mi gratitud a todas aquellas personas que estuvieron presentes en la realización de este trabajo, especialmente agradecerles toda su ayuda, sus palabras motivadoras.

Mis sinceros agradecimientos a mi asesora, quien con su conocimiento y su guía fue una pieza clave para que pudiera desarrollar una clave de hechos que fueron imprescindibles para cada etapa de desarrollo del trabajo.

Por último, quiero agradecer a mis padres, que quienes con sus consejos fueron el motor de arranque y mi constante motivación, muchas gracias por su paciencia y comprensión, y sobre todo por su amor.

DEDICATORIA

A mis padres Ricardo Castañeda Cabanillas y Gloria Luz Babilonia Ramirez por su
apoyo incondicional.

A Lorena Mey Puycan por su aliento y consejos.

INDICE

RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad Problemática.....	9
1.2. Trabajos Previos	10
1.3. Teorías relacionadas al tema	12
1.3.1. Galletas	12
1.3.2. Generalidades de la semilla de chía (<i>Salvia hispanica</i>).....	13
1.4. Formulación del problema.....	14
1.5. Justificación	14
1.6. Hipótesis.....	15
1.7. Objetivos.....	15
1.7.1. General	15
1.7.2. Específicos:	15
II. MÉTODO	16
2.1. Diseño de investigación.....	16
2.1.1. Galletas dulces de trigo y chía (<i>Salvia hispánica</i>).....	16
2.1.2. Proceso de elaboración de galleta	16
2.1.3. Descripción de las etapas del proceso para elaboración de galleta dulce a partir de harina semilla de chía (<i>Salvia hispánica</i>).....	17
2.1.4. Diagrama experimental	18
2.2. Variables	18
2.2.1. Dependiente.....	18
2.2.2. Independientes	18
2.3. Operacionalización	19
2.4. Población y muestra	19
2.4.1. Población: Semillas de chía.....	19
2.4.2. Muestra: Se usó 2kg de harina de semilla de chia previamente elaborada, para elaborar galletas dulces.	19
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos; validez y confiabilidad.....	20
2.5.1. Determinacion de textura (anexo 1)	20
2.5.2. Determinación de color (anexo 2)	20

2.5.3.	Determinación de proteínas (anexo 3)	20
2.5.4.	Determinación de humedad(anexo 4)	20
2.5.5.	Determinación de cenizas (anexo 5)	20
2.6.	Métodos de análisis de datos.....	20
2.6.1.	Desviación estándar (S)	20
2.6.2.	Coeficiente de Variación (CV).....	20
III.-	RESULTADOS.....	21
3.1.	Resultados de textura	21
3.2.	Resultados de colorimetría.....	21
3.4.	Resultados de análisis proximal	22
IV.-	DISCUSIONES	23
V.-	CONCLUSIONES	25
VI.-	RECOMENDACIONES	25
	BIBLIOGRAFIA.....	26
	ANEXOS	27
	Anexo 1: Determinación de textura.....	28
	Anexo 2: Determinación de color.....	28
	Anexo 3: Determinación de Proteínas (método de Kjeldahl)	28
	Anexo 4: Determinación de humedad.....	29
	Anexo 5: Determinación de cenizas.....	30
	Anexo 6: Análisis de la Varianza para Dureza.....	31
	Anexo 7: Análisis de la Varianza para Fracturabilidad	31
	Anexo 8: Análisis de la Varianza para L*	32
	Anexo 9: Análisis de Varianza para a*	33
	Anexo 10: Análisis de la Varianza para b*	33
	Anexo 11: Análisis de la Varianza para humedad.....	34
	Anexo 12: Análisis de la Varianza para Cenizas	34
	Anexo 13: Elaboración de galletas dulces con harina de semilla chia.....	35

RESUMEN

El fin de este trabajo fue determinar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semilla de chía (*Salvia hispánica*) en textura, color y composición proximal en galletas dulces.

Para ello se elaboraron galletas dulces con 5% (T1), 10% (T2), 15% (T3) de harina de chía y una muestra control (T0), a la que se determinaron textura utilizando los parámetros de dureza y fracturabilidad; color, utilizando parámetros CIELAB; además se determinó su composición proximal.

Las galletas que obtuvieron una mayor textura fue la muestra T3 de HC con 2.36 kg/f de dureza y 1.44 kg/f de fracturabilidad.

Las muestras estudiadas presentaron una alta luminosidad L^* conforme ia disminuyendo la proporción de harina de chía (HC) e la galleta; los valores de a^* fueron bajos, indicando una coloración rojiza; los valores de b^* fueron elevados, inclinándose al color amarillo.

Se determinó la composición proximal obteniéndose a la mayor proporción (T3) mayor humedad con 3.66%, mayor cenizas 1.51% y mayor cantidad de proteínas 8.76% por 100g de muestra.

Palabras claves: color, textura, composición proximal, chía, galletas dulces.

ABSTRACT

The purpose of this work was to evaluate the effect of substitution of wheat flour (*Triticum aestivum*) by Chia seed flour (*Salvia hispanica*) on texture, color and proximal composition in sweet cookies.

For this, sweet cookies were prepared with 5% (T1), 10% (T2), 15% (T3) of milk flour and sample control (T0), and the texture of the hardness and fracturability parameters were also determined; color, using CIELAB parameters; In addition, its proximal composition was determined.

The cookies that obtained the highest texture were the sample T3 of HC with 2.36 kg / f of hardness and 1.44 kg / f of fracturability.

The samples studied show a high luminosity. The values of a^* were low, indicating a reddish coloration; The values of b^* were high, leaning to the yellow color.

The proximal composition was determined obtaining to the highest proportion (T3) greater humidity with 3.66%, greater ashes 1.51% and greater amount of proteins 8.76% per 100 g of sample.

Keywords: color, texture, proximal composition, chia, sweet cookies.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

La harina a base de semilla de chía (*Salvia hispánica*) es poco empleada a nivel industrial en nuestra Región La Libertad y en el país, lo que indica que existe falta de conocimiento sobre sus propiedades y características como alimento funcional, por ello se debe complementarse esta información existente con las propuestas y ejecución de estudios de investigación que abarquen desde su manejo agronómico, pos cosecha, procesamiento agroindustrial y completar la cadena hasta su comercialización.

La semilla de chía (*Salvia hispánica*) presenta las características esenciales para ser considerado un alimento funcional, debido a su valor nutricional que posee vitamina B, fibra, proteínas; siendo también una gran fuente de antioxidantes, esto ha incentivado aún más el interés sobre los efectos benéficos a la salud. Motivo por el cual se han elaborado diversos tipos de productos a base de la harina de esta semilla, sin embargo, aún falta profundizar la investigación sobre la formulación y procesamiento sobre este valioso alimento funcional. (Calderon et al, 2015).

La calidad de los activos antioxidantes presentes en la semilla de chía (*Salvia hispánica*) permite evitar la aparición de cáncer, fortalece el sistema inmunológico y protege de enfermedades cardiovasculares, lo que favorece a que los consumidores adquieran un producto a base de alimentos naturales y nutritivos tenga el valor agregado de que cuidan su salud. Ya que mayormente los consumidores están acostumbradas a consumir galletas “Light”, pretendiendo que son mejores para su salud, sin embargo, son solamente productos bajos en calorías.

El presente trabajo pretende elaborar galletas dulces a base de harina de semilla de chía (*Salvia hispánica*), con el propósito de evaluar su textura, color y su composición proximal, con la finalidad de obtener un alimento funcional que tenga un plus a sus características nutricionales. Además, se demostrará que el

adecuado uso de la harina puede convertirse en componente esencial para la preparación de productos de panadería con características de alimento funcional, considerando que pueda llegar en un futuro a la comercialización y exportación del producto y sus derivados.

1.2. Trabajos Previos

León (2011), evaluó composición proximal y valor nutritivo de un pan con 40% de harina de raíces de arracacha. El pan obtuvo proteínas 8,3% y grasa 10,1%.

Toaquisa (2012), determinó la mejor formulación de sustitución de harina de trigo por harina de amaranto y harina de panela. La mejor formulación fue el de 25% de harina de amaranto; 75% harina de trigo y 35% de harina de panela; el cual obtuvo la mejor calidad nutricional, conteniendo proteína 10,07%, y un contenido de cenizas de 1,79%.

Zavaleta (2013), analizó el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de torta de Sacha Inchi nutricionales del pan labranza. El porcentaje de sustitución de mejor calidad fue de 20% de harina de torta de sachá inchi, con: proteína 12,18%, grasa 6,03%, ceniza 2,07%, fibra 1,63%, carbohidratos 53.34%.

Montes (2014), determinó las propiedades fisicoquímicas galletas a base harina de trigo y harina de haba. Evaluó fisicoquímicamente galletas a base con harina trigo y harina de haba, obteniéndose que la galleta con mayor aceptabilidad fue 80/20 (harina de trigo / harina de haba); con una humedad de 4,6%, ceniza 1,3%, proteínas 10,02%, grasa 12,7%, fibra 0,21%, carbohidratos 71,3%.

Palma (2014), formuló una galleta a base de trigo, amaranto y ajonjolí. Determinó el valor nutritivo y su composición proximal

Observó que la mezcla con porcentajes de 35/50/15 (harina de trigo/harina de amaranto/harina de ajonjolí) es la que mejor aporte de proteína tiene.

Arone (2015), evaluó las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de un pan tipo molde a base de harina de quinua y harina de chía. Los porcentajes de sustitución fueron 20% quinua, 5 % chia, 75 %trigo; 20 % quinua, 10 % chia, 70

% trigo; 17.5 % quinua, 6.25 % chia, 76.25 % trigo; 17.5 % quinua, 8.75 % chia, 73.75 % trigo; 20 % quinua, 7.5 % chia, 72.5 % trigo y una muestra de control 100 % trigo. El porcentaje que obtuvo mayor cantidad de proteínas (15.93%) fue el de 20 % quinua, 10 % chia, 70 % trigo, y presento el mayor porcentaje de lípidos (10.17 %), la proporción que presentó mayor porcentaje de carbohidratos fue la muestra de control.

Pérez et al. (2015), realizaron la evaluación fisicoquímica de pan tipo molde elaborado por sustitución de harina trigo por harina de chontaduro variedad roja. Los porcentajes de sustitución por harina de chontaduro fueron 0, 5, 10 y 15%. Los resultados indicaron que el pan tuvo proteína 4,07 %; cenizas 2,40%; grasa 6,19%; fibra 1,26%; carbohidratos 42,34 %.

Chirino (2016), realizó el análisis químico de galletas a de harina de trigo y harina de tapirama. Las galletas con mejores características químicas fueron de las proporciones 50:50, que dio como resultado a los análisis: proteína 15.70%; carbohidratos totales 72,67; humedad 3,9%; cenizas 2,08%.

Cosinga (2016), optimizó las características fisicoquímicos de un pan de molde con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arracacha y harina de quinua. El análisis proximal dio como resultado que la mejor formulación fue la de 17% arracacha y 1,5% quinua, que dio valores entre el 12,34% y 14,29%, siendo el valor más alto.

Villalta (2016), evaluó las propiedades fisicoquímicas de un pan con harina de tarwi. Formuló tres proporciones de 20%, 25%, y 30% de harina de tarwi, y una muestra control de 100% de harina de trigo. La composición proximal del pan con mayor proporción fue proteínas 22%, grasas 11%, carbohidratos 45%, fibra 3,5%; y para la muestra control fue proteínas 10,5%, grasas 1,8%, carbohidratos 75%, fibra 3%.

Apaza (2017), determinó el valor nutritivo de galletas fortificadas con harina de trigo, harina de tarwi, y bazo de res. Formuló harina de trigo 57%, harina de tarwi 21%, bazo de res 14%; la cual presento, humedad 1,4%, cenizas 1,92%, grasa 21.53%, proteínas 14,6%, fibra 4,9% en 100 gramos de muestra.

García et al. (2017), establecieron una formulación a base de trigo y chía para la elaboración de una galleta con mejor calidad nutricional. Prepararon galletas con diferentes proporciones de harina de chía a 20%, 30%, 40% y 50%. Las formulaciones se evaluaron mediante un análisis químico proximal. El resultado mostró que la mejor formulación fue la de 50% de chía y 50% de trigo y su calidad nutricional fue mejor que la galleta con 100% trigo.

Arista (2018), determinó la mejor formulación de sustitución de harina de trigo por harina quinua y chía blanca; y la cantidad necesaria de gliserol en elaboración de galletas. La formulación 15/10 (harina de quinua/harina de chía) y 287,3 mg de glicerol, representó la mejor formulación. El análisis fisicoquímico presentó proteínas 9,94%, humedad 3,02%, cenizas 2,12 %, grasas 22,33%, fibra 1,98% de fibra, carbohidratos 60%, y 35,7 mj de dureza.

Espinoza, (2018), evaluó la calidad del pan de molde enriquecido con harina de chía desgrasada y sin desgrasar. Formuló proporciones de harina de chía desgrasada y sin desgrasar, de 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%. La composición proximal del pan de molde de las proporciones 7,5% harina de chía sin desgrasar y 100% harina fue de humedad 30,4%, proteína 12.8%, cenizas 3.61%, 39.4% fibra, 11.08% grasa; y para 7,5% harina de chía desgrasada y 100% harina de trigo dio humedad 30,8%, proteínas 5,44%, cenizas 4,15%, fibra, grasa 8,64%.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Galletas

Producto de panificación hecha con una masa de harina, huevos, mantequilla, y otros ingredientes, que se cocina al horno hasta que la masa sea crujiente.

1.3.1.1. Clasificación

Según INEN (2015), las galletas se clasifican en:

- **Galletas simples:** Ningún agregado antes del horneado.

- **Galletas Saladas:** Tienen un matiz salado.
- **Galletas Dulces:** Tienen un matiz dulce.
- **Galletas con Relleno:** Con un relleno específico.
- **Galletas bajas en calorías:** Con su contenido calórico reducido en por lo menos el 35%.

1.3.2. Generalidades de la semilla de chía (*Salvia hispanica*)

1.3.2.1. Taxonomía

Tabla 1: Taxonomía de la semilla de chía

Nombre científico :	Salvia hispánica
Clase :	Magnoliopsida
División :	Magnoliophyta
Orden :	Lamiales
Especie :	Hispánica
Género :	Salvia
Familia :	Lamiaceae
Reino:	Vegetal

Fuente: Ixtaina, 2006

1.3.2.2. Valor Nutricional

Tabla 2: Comparación del valor nutritivo entre las semillas de cebada, avena, trigo, maíz y chia

Semilla	Energía (kcal/100g)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Carbohidratos (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)
Cebada	354,00	12,5	2,3	73,5	17,3	2,3
Avena	389,00	16,9	6,9	66,3	10,6	1,7
Trigo	339,00	13,7	2,5	71,1	12,2	1,8
Maíz	365,00	9,4	4,7	74,3	3,3	1,2
Chía	550,00	20,7	30,4	40,3	27,5	4,6

Fuente: Ayerza et al. , 2006

El porcentaje de aceite en la semilla de chía es entre 29% - 33%. La semilla de chía tiene el mayor porcentaje combinado de ácidos grasos esenciales (ácido alfa - linolénico y ácido linoleico) de todos los cultivos con un 82.3%. (Ayerza et al., 2006).

La chía tiene buen porcentaje de proteína entre el 19% y 23%. La semilla chía no contiene gluten, que puede ser consumida por los que sufren de celiaquía (Di Sapio et al., 2008).

La semilla de chía contiene gran cantidad de fósforo, hierro, magnesio, potasio. La semilla de chía contiene una gran cantidad de compuestos antioxidantes (flavonoides). (Di Sapio et al., 2008).

1.3.2.3. Usos y Aplicaciones

Aceite. Se puede extraer el aceite a través de sus semillas. Este aceite es bueno para el consumo diario ya que por a su alto contenido de Omega-3, ingerir unos gramos de aceite de semilla de chía en crudo es bueno para la salud (Di Sapio et. al, 2008)

Harina. El valor nutritivo de la semilla de chía (*Salvia hispanica*), la hace un ingrediente ideal para agregar a productos de panificación. (Di Sapio et. al, 2008).

1.4. Formulación del problema

¿Cuál será el efecto de sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semilla de chía (*Salvia hispánica*) en textura, color y composición proximal de galletas dulces?

1.5. Justificación

La intención del presente trabajo de investigación es fomentar una alternativa alimentaria nutritiva y saludable que permitirá tener para los consumidores un alimento funcional de alta calidad como son los productos de panadería y sus derivados de la chía (*Salvia hispanica*), que es un alimento de gran demanda y producción en nuestro país.

Se pretende demostrar que, mediante la sustitución parcial en la formulación de productos de panadería y sus derivados, la harina de semilla de chía (*Salvia hispanica*) puede convertirse en un ingrediente de gran importancia para la elaboración de estos productos, tomando en cuenta sus propiedades nutricionales y saludables, conocidos en el mercado nacional e internacional como alimentos funcionales.

Por lo anteriormente dicho, el presente trabajo de investigación tiene la intención de emplear la harina de semilla de chia (*Salvia hispanica*) como materia prima para la elaboración de productos innovadores de panadería y sus derivados con características nutricionales y saludables, a su vez aprovechar un producto natural procedente de las zonas rurales que tienen una buena demanda en el país, que es accesible para todos, y que tienen una gama de propiedades que benefician a la salud humana.

1.6. Hipótesis

La mayor proporción de harina de semilla de chia genera mayor textura, color y composición proximal a la galleta dulce.

1.7. Objetivos

1.7.1. General

Determinar el efecto de sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semilla de chia (*Salvia hispanica*) en textura, color y composición proximal en galletas dulces.

1.7.2. Específicos:

- Elaborar galletas por sustitución parcial de harina de trigo por harina de chia.
- Determinar el efecto de sustitución parcial de harina de trigo por harina de semilla de chia (*Salvia hispanica*) en la textura (dureza y fracturabilidad) en galletas dulces.
- Determinar el efecto de sustitución parcial de harina de trigo por harina de semilla de chíá (*Salvia hispanica*) en el color en galletas dulces.
- Determinar el efecto de sustitución parcial de harina de trigo por harina de semilla de chíá (*Salvia hispanica*) en composición proximal (proteínas, humedad, cenizas) en galletas dulces.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Experimental-aplicativo.

2.1.1. Galletas dulces de trigo y chía (*Salvia hispánica*)

Con el fin de determinar el efecto de sustitución parcial de harina de trigo por harina de semilla de chia (*Salvia hispánica*) en textura, color y composición proximal en galleta dulces se utilizará un diseño de mezclas.

Elaboración de harina de chia

Recepción: Verificación de la calidad de las semillas, partidas y enteras.

Pesado: Pesado de la materia prima, para determinar rendimientos

Selección: Separado de impurezas como tierra, piedrecillas.

Molienda: Se tritura la semilla de chia en un molino de discos hasta obtener la harina.

2.1.2. Proceso de elaboración de galleta

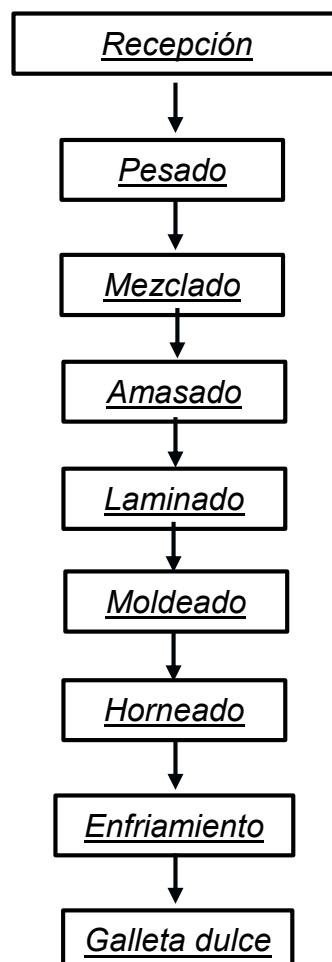


Figura 1: Diagrama de flujo para elaboración de galletas dulces.

Fuente: Zavala, 2016.

La proporción de harina de semilla de chia fueron de 0%, 5%, 10%, 15%. Después de elaborar las galletas dulces con los porcentajes se realizó los análisis de textura, color, proteína, humedad y cenizas.

2.1.3. Descripción de las etapas del proceso para elaboración de galleta dulce a partir de harina semilla de chía (Salvia hispánica)

- Recepción. Se recepcionó las materias primas y los insumos a utilizar.
- Pesado. Se pesó todos los ingredientes con una balanza.
- Mezclado. Se mezcló todos los ingredientes hasta obtener una masa.
- Amasado. Se amasó hasta tener una masa homogénea.
- Laminado. Se aplastó la masa con un rodillo, hasta quedar como una lámina de espesor delgada.
- Moldeado. Se moldeó en forma circular.
- Horneado. Se introdujo el moldeado en un horno a 130°C por 20 minutos.
- Enfriamiento. Se dejó a temperatura ambiente para que se enfríe.

2.1.4. Diagrama experimental

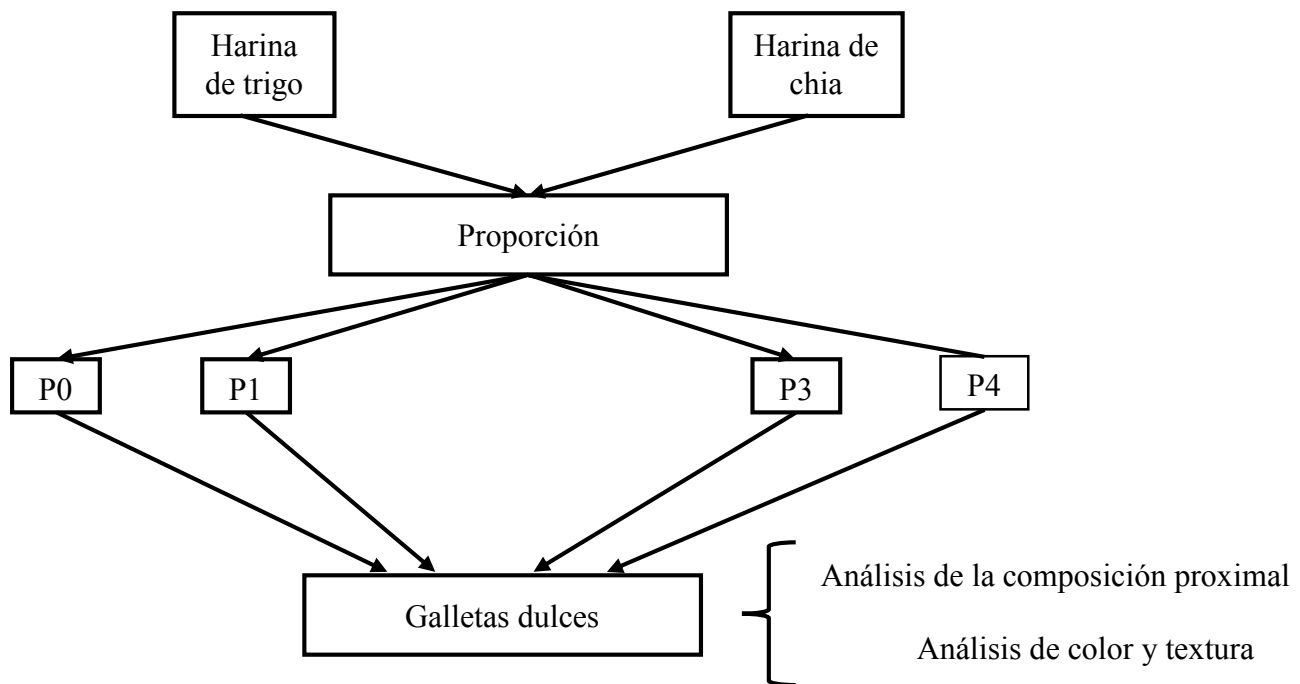


Figura2: Diagrama experimental para determinar el efecto de sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de semilla de chia (*Salvia hispánica*) en el valor nutricional en galletas dulces.

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda: P0= Muestra de Control, 100% harina de trigo; P1= 5% harina de semilla de chía; P2= 10% harina de semilla de chía, P3= 15% harina de semilla de chía.

2.2. Variables

2.2.1. Dependiente

- Porcentaje de sustitución.

2.2.2. Independientes

- Textura
- Color
- Composición proximal
 - Proteínas.
 - Humedad
 - Cenizas

2.3. Operacionalización

Cuadro 2: Operacionalización de las variables.

Variables		Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Independientes	Porcentaje de sustitución	Reemplazo parcial respecto del total.	Se sustituirá parcialmente la harina de trigo por harina de semilla de chia	Proporción de sustitución de harina se semilla de chia (0%,5%10%,15%)	Cuantitativa de razón
	Textura	Características mecánicas.	Empleo de un texturometro más precisa que la evaluación sensorial.	Dureza y fracturabilidad (kg/f).	Cuantitativa de razón
Dependientes	Color	Percepción producida por una longitud de onda en los rayos de luz	Empleo de un colorímetro para la medida del color y sus valores.	L*= luminosidad; a*= rojo-verde; b*= amarillo-azul	Cuantitativa de razón
	Composición proximal	Aquellos que están presentes en los alimentos	Proteínas: Obtenido siguiendo el método Kjeldahl.	(%)/100g	Cuantitativa de razón
			Humedad: Pérdida de peso debida a la eliminación de agua.	(%)/100g	Cuantitativa de razón
			Cenizas: Incineración por calentamiento, cálculo de contenido de materia inorgánica.	(%)/100g	Cuantitativa de razón

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población: Semillas de chía

2.4.2. Muestra: Se usó 2kg de harina de semilla de chia previamente elaborada, para elaborar galletas dulces.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos; validez y confiabilidad.

2.5.1. Determinacion de textura (anexo 1)

2.5.2. Determinación de color (anexo 2)

2.5.3. Determinación de proteínas (anexo 3)

2.5.4. Determinación de humedad(anexo 4)

2.5.5. Determinación de cenizas (anexo 5)

2.6. Métodos de análisis de datos

Los resultados de las se analizaran mediante desviación estándar y coeficiente de variación.

Se realizaron para cada análisis de textura, color, proteínas, humedad y cenizas tres repeticiones por muestra, teniendo al final 15 resultados más 5 adicionales que se hicieron a las muestras de control. Estos resultados fueron procesados mediante análisis estadístico utilizando análisis de varianza multifactorial ANOVA.

2.6.1. Desviación estándar (S)

Medida de variación que indica qué tan separados están los datos con respecto a la media. Esta medida frecuentemente es positiva; es igual a cero cuando todos los valores son iguales.

2.6.2. Coeficiente de Variación (CV)

División entre el tamaño de la media y la variación de la variable. Se obtiene (Martínez, 2007).

$$CV = (S_x/x) * 100$$

III.- RESULTADOS

3.1. Resultados de textura

Cuadro 3: Determinación textura en galletas dulces de harina de chia

Proporción	Dureza (kg/f)	Fracturabilidad(kg/f)
P0	1.26±0.02	1.07±0.02
P1	1.63±0.02	1.26±0.03
P2	2.08±0.03	1.36±0.02
P3	2.36±0.04	1.44±0.02

Se muestra que las proporciones 0 y 1 no presentan diferencias significativas en dureza, así como las proporciones 2 y 3. Para valores de fracturabilidad no existe diferencia significativa con un nivel de confianza de 95% (Ver Anexo 7 y 8)

3.2. Resultados de colorimetría

Los factores en el sistema CIELab (L= luminosidad, a*=rojo-verde, b*=amarillo-azul). Cuyos valores oscilan:

L* => 0 - 100

a* => (-60) - (+60)

b*=> (-60) - (+60)

(Atzingen & Machado, 2005).

Cuadro 4: Determinación de color en galletas dulces con harina de semilla de chía.

Proporción	L*	a*	b*	ΔE
Po	49.76±2.55	13.41±1.49	31.17±0.39	40±2.55
P1	49.05±3.74	12.24±1.30	30.07±1.08	37.97±3.73
P2	36.65±1.29	13.27±0.28	21.58±0.70	47.66±1.22
P3	33.78±1.23	12.01±0.66	19.53±1.75	48.38±0.58

Se muestra que todas las proporciones son estadísticamente diferentes; para los valores b^* , las proporciones 0 y 1 indican igualdad estadística en L^* (luminosidad) con un nivel de confianza de 95%. (ver Anexo 8,9 y 10).

3.4. Resultados de análisis proximal

Cuadro 5: Valores de composición proximal de galletas elaboradas parcialmente con harina de semilla chía (100g)

Componentes	Sustituciones			
	P0	P1	P2	P3
Humedad	3.07±0.03	3.13±0.09	3.51±0.55	3.66±0.48
Cenizas	1.34±0.11	1.37±0.08	1.44±0.13	1.51±0.19
Proteínas	8.14	8.34	8.54	8.75

Todas las proporciones muestran en sus promedios igualdad estadísticamente (Ver Anexo 11 y 12)

IV.- DISCUSIONES

De los análisis de la composición proximal en el Cuadro 5 se observa una humedad de 3,07 % para galleta con 100 % de harina de trigo y 3,66% para la galleta con mayor sustitución de harina de semilla chia; los dos cumplen con lo señalado en la Resolución Ministerial N° 1020-2010/Minsa, que dice que debe de contener como máximo hasta 12 % de humedad.

Según el Cuadro 5 el porcentaje de cenizas obtenidos en las galletas con más porcentaje de sustitución de harina de semilla de chia fue 1,51 %, que fue mayor que el de la muestra de control (100% harina de trigo) que fue de 1,34%. Este incremento se debe a que no solo está elaborado a base de harina de trigo sino también de chía, estas semillas son mejores, en contenido de cenizas (Bhaduri, 2013). Según la Resolución ministerial N° 1020-2010/Minsa los parámetros máximos permisibles para cenizas son de 3%, concluyendo que todas las galletas con sustitución de harina de semilla de chía cumplen con los parámetros establecidos.

Para un queque con pura harina de trigo se obtuvo 2,7% de cenizas; para proporciones de 10% se obtuvo 3,12% de cenizas y para 30% reporto 4,01%, concluyéndose que la cantidad de cenizas se elevaban debido al alto contenido de cenizas presente en la semilla de chia.

La composición proximal en el Cuadro 5 indicó que en las galletas existe diferencia significativa entre el contenido de proteína con más sustitución de harina de semilla de chía (8,75%) en comparación a la muestra control (8,14%), estos valores están establecidos dentro de la NTE INEN 2085, donde imputa que el porcentaje de proteínas para galletas debe ser un 3%.

Iglesias y Haros, 2013; elaboraron panes con semillas de chía al 5 %, obtuvo 20,2 % de proteína, incrementando hasta en un 4 % el contenido de proteína, en comparación al pan control.

En el Cuadro 4 se puede observar como es el comportamiento de la sustitución harina de semilla de chía en la elaboración de galleta dulce.

Estas variaciones de los valores de los factores del color se deben en parte a la cantidad de fibra presente en la semilla de chía. Esto explica la presencia de pequeñas zonas de color claro en la parte externa de las galletas. (Sceni et al., 2008)

Canett et al, 2004; valoraron la cascarilla de orujo de uva como un ingrediente para el desarrollo de galletas como medio de fibra; obteniéndose valores $L^*=42,04$; $a^*=7,34$ y $b^*=19,70$ para la muestra control; pero que estos valores disminuían a medida que la proporción se incrementaba; esto se observa similarmente en los factores del color (L^* , a^* y b^*), lo que muestra el Cuadro 4.

En el Cuadro 3, al analizar los valores de textura conseguidos en las galletas se pudo observar que la fuerza necesaria para fracturar la muestra control fue de 1.07 kg/f y de mayor proporción de sustitución de harina de semilla chia es de 1,44 Kg/f, notándose así que la muestra control es menos dura que el mayor proporción. Esto gracias al elevado contenido de lípidos presente en la harina de semilla de chía, la cual fue adicionada en 15%. Como lo indicó Manley (1989) el contenido de grasa y el nivel de carbohidratos influyen en la dureza de los productos de panadería.

En el Cuadro 3 se nota que, la galleta control presento menor dureza (1.26 Kg/f) en comparación con la galleta de mayor proporción de harina de chia (2.37 Kg/f), debido a que se empeló una mayor fuerza para romperlas. Esto fue por la presencia de harina de semilla de chia en las galletas.

V.- CONCLUSIONES

- Para los resultados de textura se tuvo una mejor dureza y una mejor fracturabilidad en el P3=15%.
- Se observó en el análisis de colorimetría que la proporción de harina de semilla de chia tuvo un efecto significativo sobre los valores L^* , a^* y b^* ; resultando que mientras incrementaba la proporción de harina de semilla de chia: En los valores de L^* , indican una gradiente de luminosidad inclinándose hacia el color negro; para valores de a^* inclinados para el rojo y para valores de b^* inclinados para el amarillo.
- Se determinó la composición proximal de las galletas dulces, observándose que más incrementaba proporción harina de semilla de chia, incrementaban los porcentajes de proteína, humedad y cenizas.

VI.- RECOMENDACIONES

- Aplicar una adecuada formulación para la elaboración de galletas, para que respectivos análisis no generen resultados no deseados.
- Dar a conocer a la chia como una alternativa nutritiva de alimento, así como incentivar el uso de esta semilla como ingrediente en otros productos con el fin de ampliar las opciones de alimentación, para que así sean aprovechadas sus propiedades.

BIBLIOGRAFIA

- Espinoza, Katherine; Ludeña Jhonatan. **“Evaluación de la calidad del pan de molde enriquecido con harina de chía (*salvia hispánica* L.) desgrasada y sin desgrasar”**. Chimbote, Peru. 2018.
- Arone, Herson. **“Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del pan tipo molde enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y chia (*Salvia hispanica* L.)”**. Andahuaylas, Peru. 2015.
- Ixtaina, Vanesa. **“Caracterización de la semilla y el aceite de chia obtenido mediante distintos procesos”**. Universidad Nacional de la plata. 2010.
- Jaramillo, Yamilé. **“La chía (*salvia hispanica* L.), una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables”**. 2012
- Calipaguay, Mayra. **“Elaboración y evaluación nutricional de galletas a base de harina de trigo (*triticum aestivum*) con semilla de chía (*salvia hispánica*)”**. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 2016.
- Zaldumbide, José. **“Utilización de la semilla de chía (*salvia hispánica* L.) en galletas”**. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. 2014
- Carreño, Miguel. **“Sustitución de harina de trigo refinada por harinas más nutritivas y libres de gluten”**. Universidad Politécnica de Valencia. 2017.
- Flores, Alejandra. **“Desarrollo de una harina a base de semilla de Amaranto (*Amaranthus cruentus*), Chía (*Salvia hispánica*) y Ayote (*Curcubita moschata*)”**. Universidad Rafael Landivar. Guatemala 2014.

- Quelca , Sofis“**Comparacion del perfil composicional de harina y aceite de semilla de chia (salvia hispanica l.)**. Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia. 2013.
- Ortega , Nicole. “**Evaluación de antioxidantes provenientes de subproductos de mango en galletas**”. Universidad Técnica Particular de Loja. 2010.
-

ANEXOS

Anexo 1: Determinación de textura

Se utilizará un Texturometro instrumental utilizando parámetros de fractura y dureza. La prueba se realizó con una muestra de galletas de 6 mm de espesor, con 3 repeticiones por cada tratamiento a una velocidad de 2,0 mm/s, con una distancia de 10 mm y con un tipo de disparo auto- 5g.

Anexo 2: Determinación de color

Se utilizará un colorímetro instrumental utilizando los parámetros CIELab. En la prueba se utilizó galletas de 6 mm de espesor con diferentes tratamientos, determinando 5 puntos por cada galleta por 3 repeticiones.

Anexo 3: Determinación de Proteínas (método de Kjeldahl)

Principio del método

Consiste en convertir el nitrógeno presente en la muestra, en $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ en reacción con H_2SO_4 concentrado, con acción de un Catalizador.

Equipos y materiales

- Balanza analítica
- Equipo Kjeldahl
- Mezcla catalizadora
- Rojo de metilo
- H_2SO_4 (0,1 N)
- $\text{Na}(\text{OH})$ (0,1 N)
- $\text{Na}(\text{OH})$ 50 % en masa.

Anexo 4: Determinación de humedad

Principio del método

La muestra molida, se seca en una estufa a 115 °C.

Equipos y materiales

- Balanza analítica.
- Placas
- Estufa eléctrico
- Desecador

Procedimiento

- Se pesa una muestra de 10 g.
- Se pone la muestra en una placa previamente pesada, se anota el peso de la placa más la muestra y se coloca en la estufa a 115°C durante 180 minutos.
- Se saca de la estufa y se coloca la muestra ya seca en un desecador para que se enfríe a temperatura ambiente.

Obtención de resultados

Los resultados se expresa mediante la siguiente formula:

$$H = (W_1 - W_2) / W_1$$

Donde:

H: porcentaje de humedad

W1: peso de muestra húmeda (g)

W2: peso de muestra seca (g)

Anexo 5: Determinación de cenizas

Principio del método

La muestra molida se calcina en una mufla a 400 °C, hasta quedar cenizas de color blanquecino.

Equipos y materiales

- Balanza analítica
- Mufla eléctrica
- Desecador
- Cisoles de porcelana.

Procedimiento

- ✓ Se pesa una muestra de 10 g en un crisol previamente pesado.
- ✓ Se calcina la muestra en una mufla a una temperatura de 400 °C hasta tener una masa constante, evitando que las cenizas no se vayan fundir.
- ✓ Se coloca en un desecador y se deja enfriar hasta temperatura ambiente y luego se pesa.

Obtención de los resultados

El contenido de cenizas en porcentaje se calcula mediante la fórmula:

$$C = 100((m_2 - m_1) / m) * (100 / (100 - h))$$

Dónde:

C = contenido de cenizas

m = masa de la muestra (g)

m₁ = masa del crisol vacío (g)

m₂ = masa del crisol con cenizas (g)

h = porcentaje de humedad de la muestra

Anexo 6: Análisis de la Varianza para Dureza

RESUMEN					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
P0	3	3.79	1.2633333	0.000233333	
P1	3	4.9	1.6333333	0.000433333	
P2	3	6.24	2.08	0.0007	
P3	3	7.07	2.3566667	0.001733333	

ANÁLISIS DE LA VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2.098866667	3	0.6996222	902.7383513	1.84966E-10	4.066180551
Dentro de los grupos	0.0062	8	0.000775			
Total	2.105066667	11				

El valor F es mayor al valor de F_c , esto significa que existe una diferencia estadísticamente significativa sobre dureza con un nivel de confianza de 95% de nivel de confianza.

Anexo 7: Análisis de la Varianza para Fracturabilidad

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
P0	3	3.2	1.066666667	0.000233333	
P1	3	3.79	1.263333333	0.000633333	
P2	3	4.09	1.363333333	0.000433333	
P3	3	4.31	1.436666667	0.000233333	

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.23175833	3	0.077252778	201.5289855	7.12047E-08	4.066180551
Dentro de los grupos	0.00306667	8	0.000383333			
Total	0.234825	11				

El valor F es menor al valor de Fc, esto significa que no existe una diferencia estadísticamente significativa sobre dureza con un nivel de confianza de 95%.

Anexo 8: Análisis de la Varianza para L*

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Po	3	149.28	49.76	6.4843
P1	3	147.16	49.053333	0.40143333
P2	3	109.94	36.646667	1.65603333
P3	3	101.33	33.776667	1.50063333

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	617.5985	3	205.86616	81.9987907	2.3912E-06	4.0661806
Dentro de los grupos	20.0848	8	2.5106			
Total	637.6833	11				

El valor F es mayor al valor de Fc, esto significa que existe un efecto estadísticamente significativo sobre dureza con un 95% de nivel de confianza.

Anexo 9: Análisis de Varianza para a*

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Po	3	40.22	13.40666667	2.2114333
P1	3	36.72	12.24	1.6861
P2	3	39.81	13.27	0.0784
P3	3	36.02	12.00666667	0.4386333

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4.538358	3	1.512786111	1.3707222	0.31968875	4.0661806
Dentro de los grupos	8.829133	8	1.103641667			
Total	13.36749	11				

El valor F es menor al valor de F_c , esto significa que no existe una diferencia estadísticamente significativa sobre dureza con un nivel de confianza de 95%.

Anexo 10: Análisis de la Varianza para b*

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Po	3	93.52	31.173333	0.1521333
P1	3	90.22	30.073333	1.1566333
P2	3	64.74	21.58	0.4867
P3	3	58.6	19.533333	3.0700333

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	312.1116	3	104.0372	85.530531	2.0316E-06	4.0661806
Dentro de los grupos	9.731	8	1.216375			
Total	321.8426	11				

El valor F es mayor al valor de F_c , esto significa que existe una diferencia estadísticamente significativo sobre dureza con un de nivel de confianza de 95%.

Anexo 11: Análisis de la Varianza para humedad

RESUMEN					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
P0	3	9.212053378	3.070684459	0.000817038	
P1	3	9.383469833	3.127823278	0.008057635	
P2	3	10.52630147	3.508767158	0.305427744	
P3	3	10.99087664	3.663625546	0.158269944	

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.752207894	3	0.250735965	2.122307476	0.175629076	4.066180
Dentro de los grupos	0.945144725	8	0.118143091			
Total	1.697352619	11				

El valor F es menor al valor de F_c , esto significa que no existe una diferencia estadísticamente significativo sobre dureza con un de nivel de confianza de 95%.

Anexo 12: Análisis de la Varianza para Cenizas

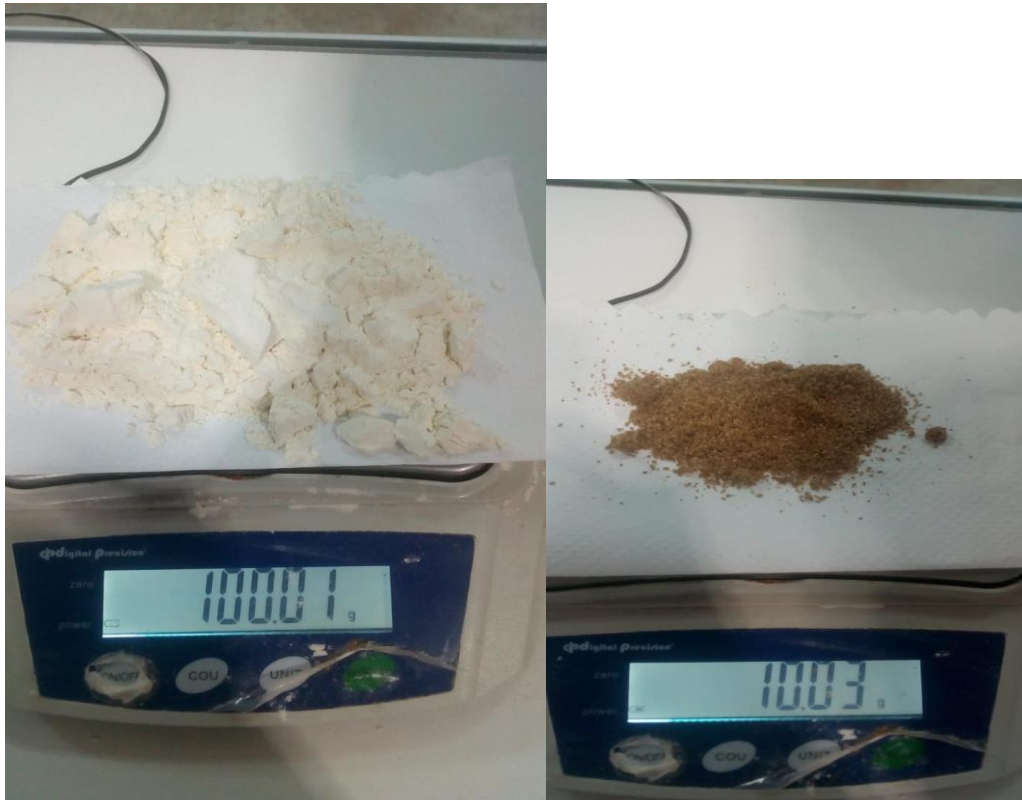
RESUMEN					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
P0	3	10.62952765	3.5431759	0.0121959	
P1	3	10.10356571	3.3678552	0.005981	
P2	3	10.32343205	3.441144	0.0163875	
P3	3	10.52566381	3.5085546	0.0353908	

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0540437	3	0.0180146	1.030063	0.429483046	4.0661806
Dentro de los grupos	0.1399103	8	0.0174888			
Total	0.1939539	11				

El valor F es menor al valor de F_c , esto significa que no existe una diferencia estadísticamente significativo sobre dureza con un nivel de confianza de 95%.

Anexo 13: Elaboración de galletas dulces con harina de semilla chia



Pesado de las harinas de trigo y de semilla chia



Masas obtenidas, de izquierda a derecha: 0% de harina de chia, 5% de harina de chia, 10% de harina de chia y 15 % de harina de chia.



Galletas elaboradas, de izquierda a derecha: con 0% de harina de semilla de chia, 5% de harina de semilla de chia, 10% de harina de semilla de chia y 15 % de harina de semilla de chia.



Determinación de color para las galletas con tratamientos 0%, 5%, 10% y 15% de harina de chia con el colorímetro Chroma Meter CR-400 y CR- 410de Konica Minolta.



Determinación de humedad para las galletas con 0%, 5%, 10% y 15% de harina de chia con una estufa.



Determinación de cenizas para las galletas con 0%, 5%, 10% y 15% de harina de chia. Con una mufla y crisoles de porcelana.



Determinación de textura para las galletas con tratamientos 0%, 5%,10% y 15% de harina de algarroba con el texturometro TA-HD plus, serie 6002.